

УДК 621.783.233.2

К. С. Манахов¹, Г.М. Дружинин^{1,2}

¹ ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия;

² ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ»), г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА РЕГЕНЕРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ КОЛЬЦЕВОЙ ПЕЧИ

Аннотация

В данном докладе речь пойдет о разработке регенеративной системы отопления кольцевой печи Северского трубного завода. Выявлена проблема, которая в наибольшей степени послужила созданию регенеративных горелок. Представлено описание существующей на данный момент системы отопления, как происходит подача природного газа и воздуха, а также приведены в таблицах параметры кольцевой печи, рисунки топливосжигающих устройств и показан общий вид кольцевой печи. Описан кратко принцип работы регенеративной системы отопления, конструкция горелочного устройства, а также приведены рисунки принципа работы данной системы отопления и схема газо-, воздухо-, дымопроводов одной зоны теплового регулирования. Рассмотрены особенности данной системы отопления по сравнению с существующей, какие преимущества она дает и в чём заключается смысл установки данной системы отопления.

Ключевые слова: регенеративная система отопления, модернизация, кольцевая печь, импульсный режим, горелка, расход топлива, вредные выбросы.

Abstract

This report will focus on the development of a regenerative heating system for the ring furnace of the Seversky Pipe Plant. The problem, which to the greatest extent has served as the creation of regenerative burners, has been identified. The description of the currently existing heating system is presented, as is the supply of natural gas and air, as well as the parameters of the annular furnace, the drawings of fuel-burning devices and the general view of the annular furnace are shown in the tables. The principle of operation of the regenerative heating system, the design of the burner device, as well as the drawings of the principle of operation of this heating system and the scheme of gas and air ducts of one heat regulation zone are briefly described. The features of this heating system are compared with the existing one, what advantages it gives and what is the meaning of installing this heating system.

Key words: regenerative heating system, modernization, annular furnace, pulse mode, burner, fuel consumption, harmful emissions.

Анализ тепловых балансов отечественных пламенных печей показывает, что если все потери тепла оценить в 100 %, то потери с уходящими дымовыми газами составляют до 65 %, потери тепла через футеровку и на периодические разогревы – 25 %, а потери тепла за счет несовершенства процесса сжигания топлива – до 10 %. Таким образом, большая доля потерь тепла в печах – плохая утилизация теплоты дымовых газов. Поэтому своё применение нашли регенеративные горелки.

Регенеративная система отопления разрабатывается для кольцевой печи, установленной на Северском трубном заводе, с целью повышения степени утилизации теплоты дымовых газов.

Кольцевые печи для нагрева заготовок в основном находятся в эксплуатации 30–50 лет без существенной модернизации. Это влечёт за собой высокие расходы топлива, интенсивное окалинообразование и увеличение вредных выбросов в виде оксидов углерода и азота.

Данная кольцевая печь предназначена для нагрева стальных НЛЗ до температуры 1250–1300 °С.

Таблица 1

Размеры и масса заготовок, нагреваемых в кольцевой печи

Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
290	1800 ÷ 4500	933 ÷ 2333
360	2100 ÷ 4500	1680 ÷ 3596

Средний диаметр пода равен 24 м. Максимальная рабочая температура в пространстве печи 1315 °С. Максимальная производительность печи – 90 т/ч. Удельный расход топлива 47 кг у.т./т.

Кольцевая печь имеет 5 зон. Печь отапливается природным газом. Газ по трубопроводам подается с заводской ГРП с давлением 3 bar (0,3 МПа), перед печью установлена станция понижения давления, оборудованная фильтрами, регулятором давления, сбросными и предохранительными клапанами. Станция снижает давление до 1250 mbar (0,0125 МПа) и поддерживает его постоянно. После станции понижения газопровод разделяется на 5 зон соответствующие пяти теплотехническим зонам нагрева. От этих зонных газопроводов запитываются горелки. Воздух, идущий на горение, проходит через металлический трубчатый рекуператор и нагревается до 400–500 °С.

На данной печи установлены горелки производства итальянской фирмы ESA «PIRONICS».

Таблица 2

Расположение горелок по зонам кольцевой печи

Зона №	Название зоны	Горелки		Местоположение горелки
		Кол-во	Тип	
1	Предварительный нагрев	10	MAB – 200	Стенка
2	Нагрев 1	16	MAB – 200	Стенка
3	Нагрев 2	16	MAB – 200	Стенка
4	Томление	11	MAB – 200	Стенка
5	Выдержка	3	RAD VG6	Свод

В первых 4-х зонах горелки модели MAB – 200. В пятой зоне, которая ограничивается перегородками и окном выгрузки для исключения охлаждения заготовки установлены в своде радиационные горелки типа RAD VG6.

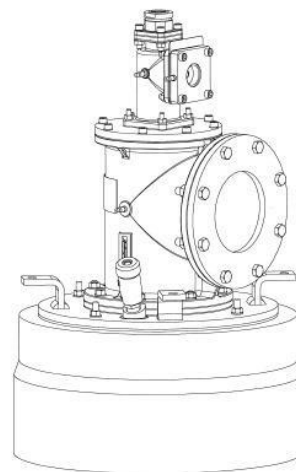
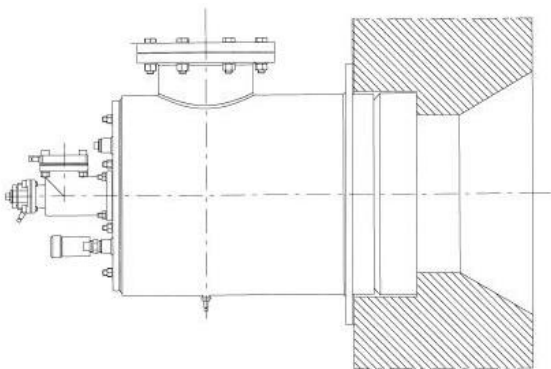


Рис. 1. Горелка МАВ – 200

Рис. 2. Горелка RAD VG6

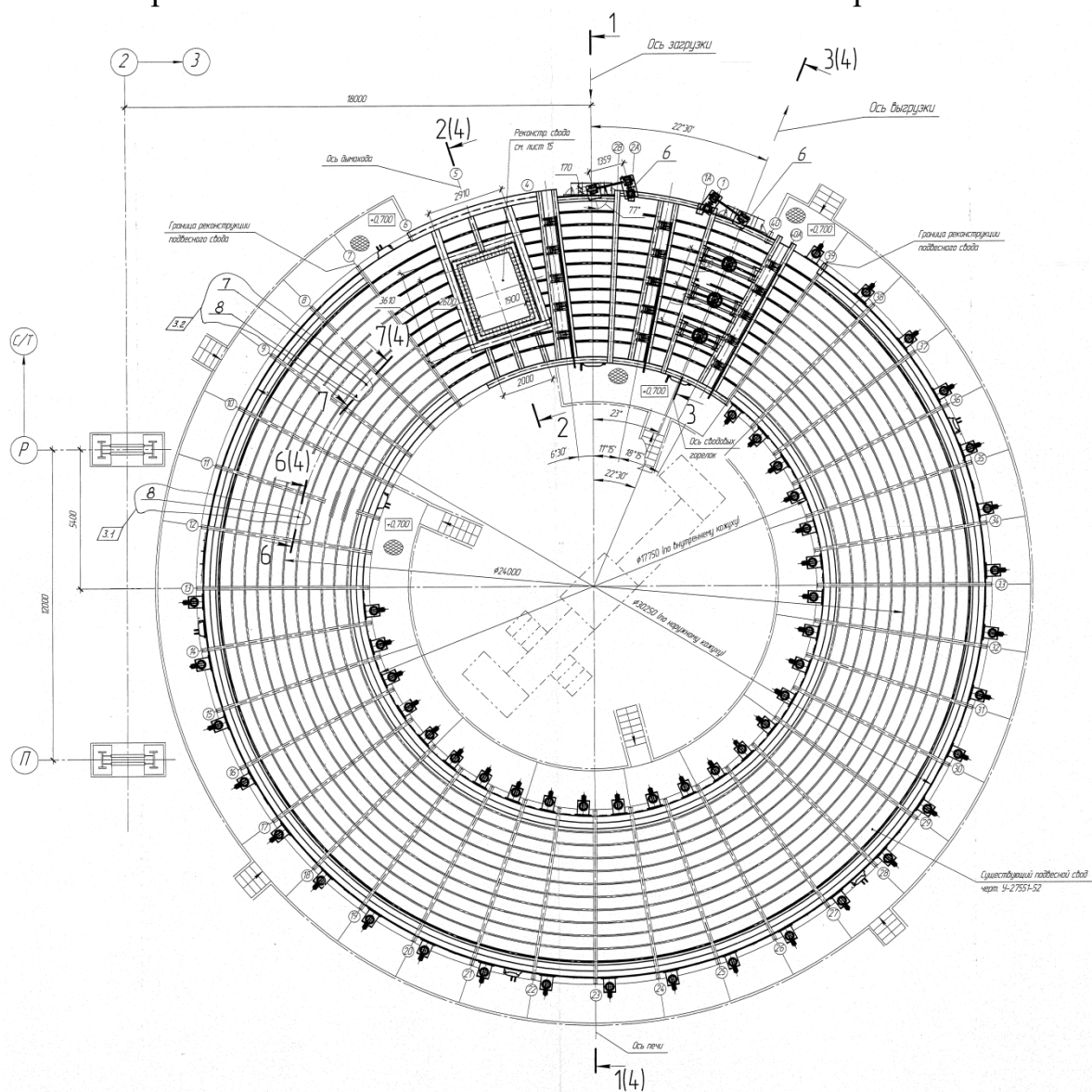


Рис. 3. Общий вид кольцевой печи

Планируется заменить данную систему отопления на регенеративную. Это позволит не использовать металлический рекуператор для подогрева воздуха горения и шибер, работающий при высокой температуре уходящих газов и периодически требующий ремонта, который связан с большими капитальными вложениями и длительной остановкой печи. Кроме того, вместо 150–300 °С в регенеративной насадке воздух нагревается до 1000–1050 °С при температуре уходящего дыма 200–230 °С.

Горелочное устройство состоит из: газовой фурмы, запальника с устройством контроля пламени, горелочного камня и индивидуального регенератора.

Горелочный блок объединяет в себе два одинаковых устройства, установленных на боковых стенах печи напротив друг друга. В блоке одна горелка работает в режиме сжигания топлива, другая выполняет функцию дымоотводящего канала, обеспечивая отвод продуктов сгорания в регенеративную насадку. Система функционирует в импульсном режиме, при котором функции горелочных устройств (сжигание – отвод дыма) изменяются при помощи четырехходового поворотного клапана с механическим приводом, к которому подведены трубопроводы от вентилятора и дымососа.

Продукты сгорания из печи удаляются через горелочный тоннель, насадку, трубопровод зоны, четырехходовый поворотный клапан, дымосос и дымовую трубу.

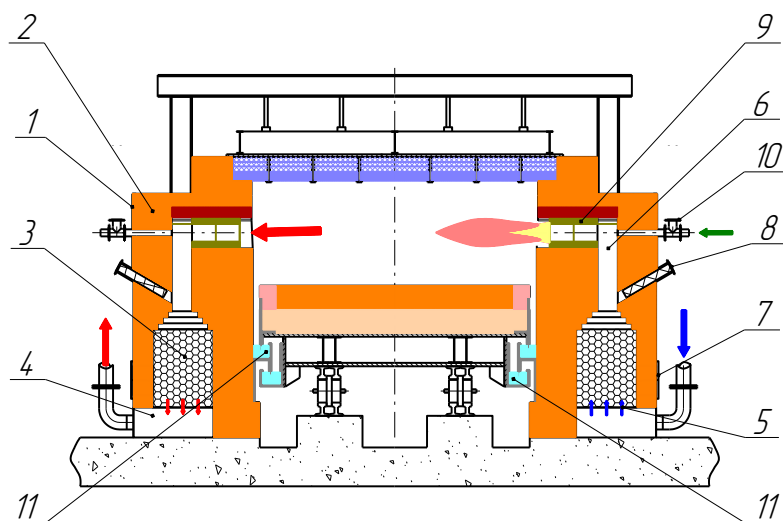


Рис. 4. Принцип работы регенеративной системы отопления:

- 1 – корпус регенеративной насадки; 2 – футеровка насадки;
- 3 – корундовые шары; 4 – распределительная коробка; 5 – решетка с отверстиями; 6 – вертикальный канал; 7 – окно для чистки насадки;
- 8 – люк для засыпки; 9 – горелочный камень; 10 – газовая фурма с запальником;
- 11 – гидравлический затвор подины

Данная регенеративная система отопления повысит производительность печи и качество выпускаемой продукции, позволит сократить расход топлива, а также обеспечить необходимую равномерность температуры в объеме печи и сократить до допустимых значений объем вредных выбросов в атмосферу.

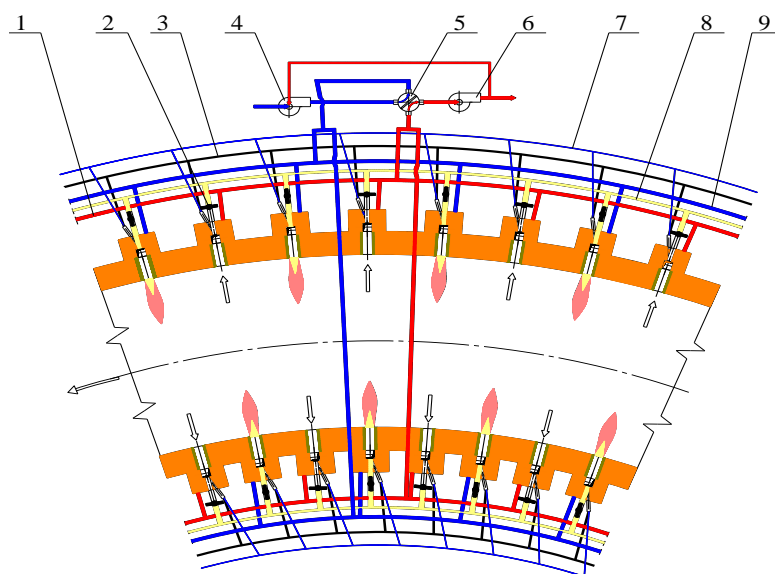


Рис. 5. Схема газо-, воздухо-, дымопроводов регенеративной системы отопления одной зоны теплового регулирования:

- 1 – продукты сгорания из насадки; 2 – электромагнитный клапан;
 3 – природный газ на запальники; 4 – вентилятор; 5 – перекидной клапан;
 6 – дымосос; 7 – воздух на запальники; 8 – природный газ на газовые фурмы;
 9 – воздух в регенеративную насадку

Список использованных источников

1. Губинский В.И. Нагревательные печи металлургии – сегодня и завтра // Теория и практика металлургии. Днепропетровск. №6. 2004. С. 56-60.
2. Металлургические печи / Под научной ред. проф. докт. техн. наук М.А. Глинкова. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1951. – 578 с.

УДК 620.178.16;66.045.12

Г. Е. Масленников, В. А. Микула

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА ГАЗООХЛАДИТЕЛЯ ПГУ–ВЦГ ПО СХЕМЕ SHELL В ПАКЕТЕ CFD

Аннотация

В данной работе проводится численное моделирование поворотной камеры конвективного газоохладителя (ГО) парогазовой установки с внутрицикловой газификацией угля (ПГУ–ВЦГ) по схеме Shell с помощью программного пакета CFD. Основной целью является верификация модели абразивного износа, которую в дальнейшем планируется использовать для де-